

NUEVO EDIFICIO DE LAS CONSEJERÍAS, EN MÉRIDA

# LA AVANZADILLA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Las prescripciones del Código Técnico de la Edificación eran todavía una entelequia cuando los proyectistas de este edificio idearon una construcción en la que lo sostenible tenía todo el protagonismo. Así ha transcurrido esta obra que supo adelantarse al futuro.

texto y fotos Eduardo Montero Fernández de Bobadilla (Arquitecto Técnico)



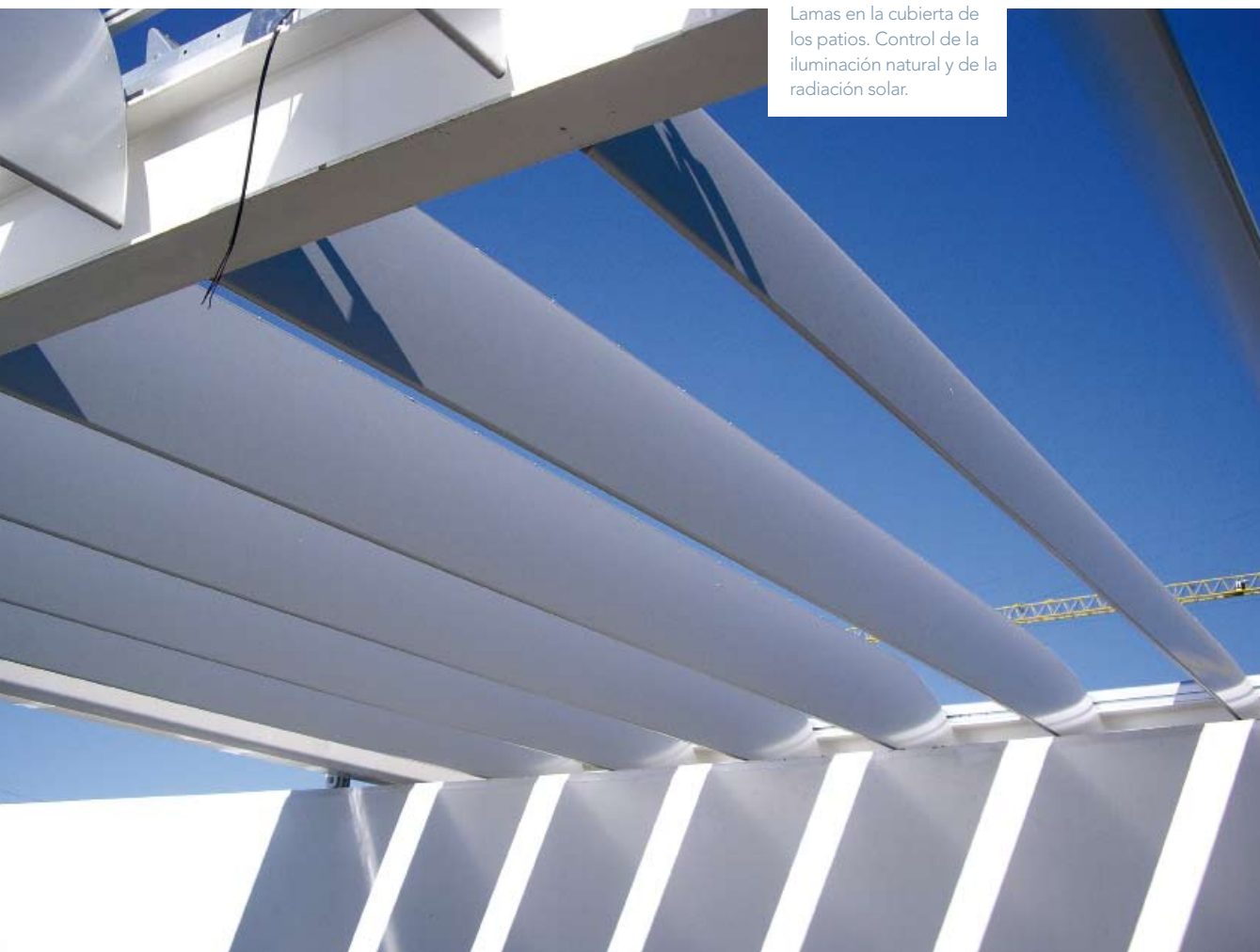
El complejo construido responde a la fuerza del acueducto de San Lázaro, situado en las inmediaciones, e introduce en el diseño el concepto de muro. Esta idea se plasma en una serie de pantallas paralelas que conforman los núcleos y servicios de las distintas plantas del edificio que, a la vez que están unidas por forjados que cubren la luz entre muros, ofrecen unas “bandejas” diáfanas para la distribución de las oficinas. La planta baja del edificio también es diáfana, a excepción de los portales de acceso y algunas plazas de aparcamiento en superficie.

En la implantación urbana, estos muros se sitúan en paralelo a la cuadrícula establecida por la ordenación de los futuros edificios terciarios, en el lado este de la parcela. Los volúmenes de la edificación se desplazan para adaptarse a la forma irregular de la parcela dando forma a la plaza y demás espacios urbanos definidos por los futuros edificios.

El acceso principal a las consejerías se produce desde esta plaza, a través de un paseo peatonal en la planta baja, ubicado entre los soportales creados por las grandes pilas en las que descansa la estructura. La entrada de vehículos a los aparcamientos se sitúa, tanto en el

extremo norte como en el sur de la parcela. A través de la planta baja, se llega a unos aparcamientos en superficie y a las áreas destinadas para carga y descarga, con acceso directo a los portales. Por debajo de este nivel se ha proyectado un aparcamiento subterráneo con capacidad para 642 plazas, repartidas en dos niveles. Hacia el lado oeste, el edificio se entierra en el talud suave que formará parte del futuro parque que baja desde el acueducto mientras los muros que estructuran el edificio conforman rampas que comunican la plaza urbana bajo el edificio con el citado parque. En las cuatro plantas levantadas sobre la planta rasante se encuentran las consejerías, que se distribuyen en edificios paralelos, siguiendo el esquema definido por los muros de servicios. Los cinco muros contienen cuatro “bandejas” de oficinas paralelas. Este esquema de “bandeja” entre muros permite la máxima flexibilidad y con la distribución de los patios interiores se ajusta la superficie a la necesidad de cada consejería y se garantiza una correcta iluminación natural.

El objetivo del diseño de las nuevas consejerías no es otro que obtener confort en el interior en todos sus aspectos: térmico, visual, calidad del aire interno y calidad acústica, obteniendo el máximo rendimiento



Lamas en la cubierta de los patios. Control de la iluminación natural y de la radiación solar.



Los conductos de sol son un sistema de iluminación natural que capta la luz solar mediante cúpulas situadas en la cubierta del edificio y la transporta varios metros hacia el interior por un conducto altamente reflectante, lo que permite iluminar espacios oscuros



de los recursos arquitectónicos antes de apelar a las instalaciones para el acondicionamiento del ambiente interno.

#### CALIDAD CERTIFICADA

El Sello de Calidad Medioambiental en la Edificación CME PLUS de CENER pretende destacar las estrategias de ahorro energético y criterios de sostenibilidad que posee un edificio respecto a las condiciones básicas y obligatorias marcadas por la normativa vigente, además de promover una construcción más sostenible en detrimento de una consumidora de energía y de recursos, que no respeta el medioambiente. La metodología de Sello CENER abarca una evaluación en fase de proyecto (sello provisional) y otra en fase de control de obra (sello definitivo). Las Consejerías de Mérida son el primer edificio terciario que ha conseguido la calificación CENER+ de calidad medioambiental en la edificación.

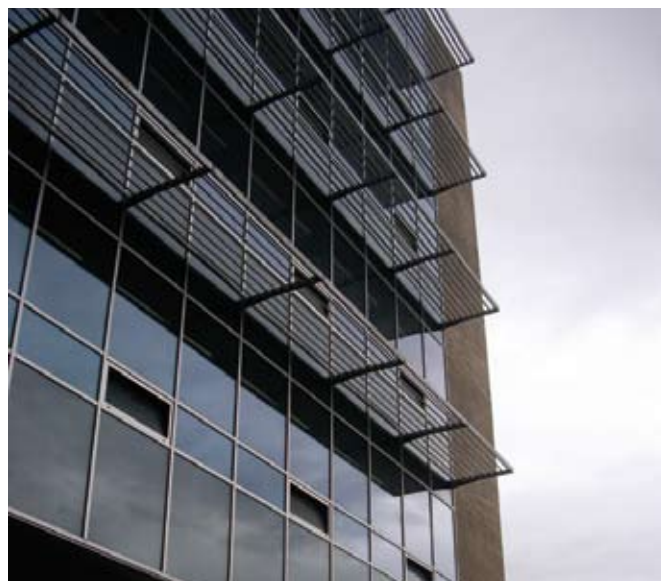
Para llegar a obtener estas certificaciones de eficiencia energética, el proyecto de edificación partió del análisis de los datos del clima de Mérida (20°C para el invierno, y 24°C y una humedad relativa inferior al 30% en verano). Además, también se ha tenido en cuenta la trayectoria solar y las horas del sol con mayor intensidad para definir la orientación de las fachadas. Lógicamente, la cubierta recibe la mayor parte de la insolación. Por este motivo, se decidió colocar otra cu-

bierta adicional para sombrear la principal que, en este caso, está conformada por paneles fotovoltaicos.

Respecto a la fachada este y oeste, cabe destacar que estos cerramientos están constituidos por una doble fachada de hormigón armado con una cámara intermedia en la que se alojan servicios –locales no calefactados– que permite obtener un buen aislamiento por efecto de la citada cámara. Aunque el aislamiento se hace por el interior, la cámara separa el ambiente



Vista del módulo tipo bandeja entre muros. Abajo, a la izquierda, vista de conjunto. A la derecha, protecciones solares en fachada.







El proyecto partió del análisis de los datos del clima de Mérida (20°C para el invierno, y 24°C y una humedad relativa inferior al 30% en verano). También se ha tenido en cuenta la trayectoria solar y las horas del sol con mayor intensidad para definir la orientación de las fachadas



exterior de la zona de uso interior, de forma que los puentes térmicos originados en los cantos de forjado solamente afectarán a zonas no calefactadas.

No obstante, en el paramento interior de los dos que componen la fachada, el aislamiento se colocará con una barrera radiante, con objeto de reducir la ganancia solar térmica, ya que impiden el paso del calor al interior del edificio. La fachada oeste recibe un 60% más de radiación (1.239 Kw h/m<sup>2</sup>), por lo que el aislamiento de dicha fachada adquiere mucha importancia.

#### INTERCAMBIADOR DE CALOR AIRE-TIERRA

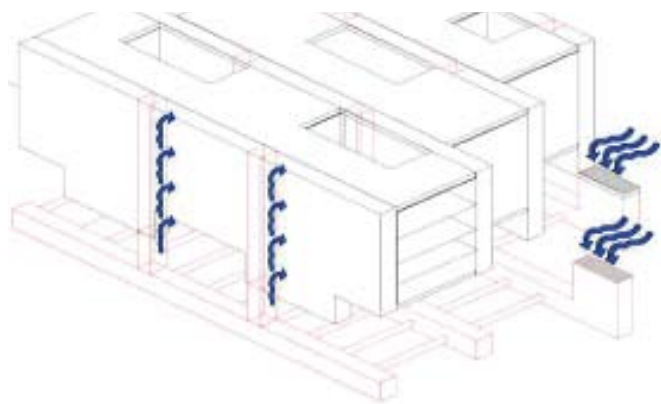
Para la prerefrigeración del aire ambiente en verano y el precalentamiento en invierno se ha incorporado un intercambiador de calor aire-tierra. El proyecto contem-

pla su integración dentro de las instalaciones de climatización del edificio desde la fase inicial de diseño.

El aire ambiente se introduce a través de un sistema de conductos enterrados. Al fluir por esos conductos, la temperatura del aire se aproxima a la temperatura del suelo circundante. Exceptuando las capas más próximas a la superficie, las temperaturas de la tierra varían muy poco a lo largo del año, como se comprobó en el estudio previo. El flujo de aire que pasa por los conductos es enfriado por la tierra relativamente fría que rodea a estos durante el periodo estival, y en invierno la tierra relativamente cálida precalienta el aire antes de que entre al edificio. Para obtener el flujo de aire necesario se emplea un ventilador, que puede estar situado en el circuito, tanto delante como detrás del sistema de conductos. El conjunto consta de cuatro bloques, y en cada bloque se instalan dos equipos de aire acondicionado. La solución propuesta integra dos intercambiadores de calor aire-tierra bajo cada edificio, es decir, se utilizan un total de ocho intercambiadores.

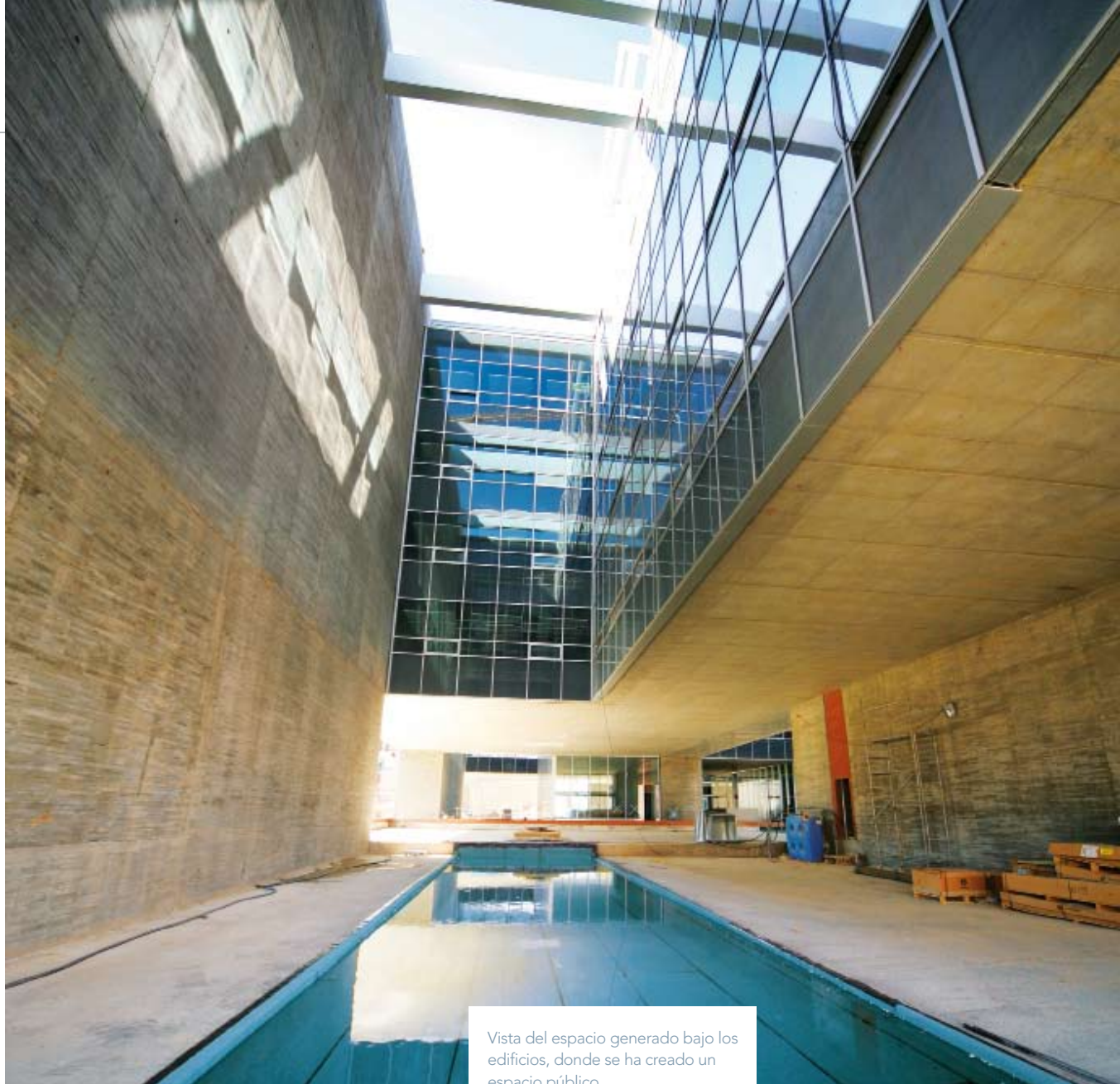
#### CONTROL DE RADIACIÓN SOLAR

Uno de los principales factores ambientales de los edificios es su relación con la mecánica solar y, a su vez, la integración de este fenómeno con las ganancias de



Construcción del intercambiador aire-tierra.





Vista del espacio generado bajo los edificios, donde se ha creado un espacio público.

luz natural por radiación difusa. Para el control solar, una de las mejores estrategias consiste en obtener la mayor cantidad de sombra sobre las fachadas del edificio, especialmente si se trata de superficies de vidrio, aspecto que no sólo afecta al cálculo de potencia del acondicionamiento de aire, sino que, además, permite la posibilidad de utilizar en los cerramientos vidrios claros que favorecen la transmisión lumínica de las fachadas hacia el interior del edificio.

El control de las ganancias de radiación solar sobre las fachadas de los patios interiores se realiza, en este caso, mediante el diseño y la automatización de lamas mecanizadas. Este proceso se optimizó zonificando el sistema de lamas en cuatro grupos identificados con letras A-B-C-D, los cuales, a su vez, presentan tres subcircuitos, lo que arroja un total de 12 mecanismos de control individuales. La operación de cada circuito es independiente del resto y sus secuencias fueron calculadas en las fechas y horas de mayor incidencia de radiación para cada fachada, en cada uno de los

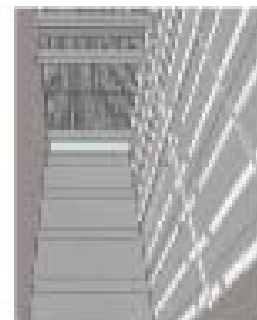
periodos estacionales definidos por la mecánica solar y en relación con la latitud de Mérida

Las fachadas sur y norte reciben radiación solar directa y difusa. Como consecuencia de la radiación difusa del cielo y la luz solar reflejada, se siguen recibiendo flujos solares, incluso cuando la fachada está completamente sombreada. En su momento, se

Estudios de iluminación en función del horario.



21 de marzo. 10.30 horas



21 de junio. 13.30 horas

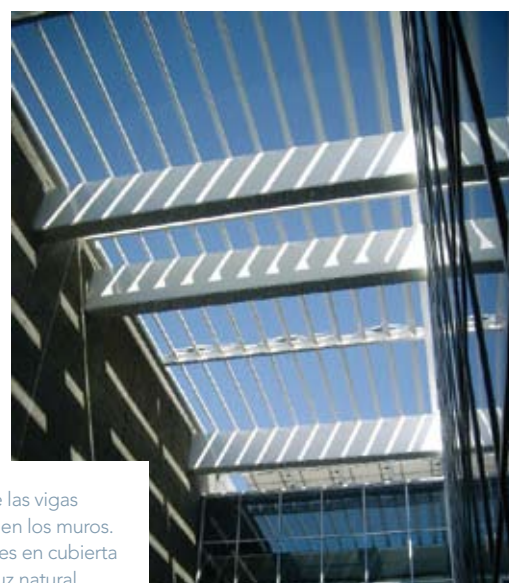




Estructura metálica de cubierta y las de oscurecimiento. En estas jácenas nacen los tirantes que soportan las medias losas en los patios.



Izquierda, montaje de las vigas metálicas encastrado en los muros. Derecha, lamas móviles en cubierta para el control de la luz natural.



efectuaron cálculos para determinar la energía solar incidente sobre las fachadas situadas en el sureste y noreste desde la planta primera a la cuarta, siendo las diferencias pequeñas. Debido a las placas de reflexión solar empleadas, la fachada sureste recibe radiación difusa en verano y en invierno una considerable radiación directa por las mañanas.

El estudio de la iluminación natural definió las condiciones de confort visual de las personas que trabajan en el centro. También permitió marcar las estrategias de iluminación conjugada (natural-artificial) para obtener un adecuado rendimiento energético en la integración de los sistemas de luminarias en función del aprovechamiento de la luz natural, a partir del diseño de circuitos de lámparas por zonas, diferen-

ciados para cada una de las plantas del edificio. El cálculo de las ganancias y la distribución de la luz en el interior se desarrolló mediante procedimientos analíticos y experimentales con modelos a escala, en donde se determinaron los factores de distribución lumínica y se modularon dichos valores para los periodos de verano e invierno de acuerdo a los niveles de luminancia en Mérida.

Los cálculos de distribución lumínica consideran la influencia del sistema de sombreamiento de los patios para el control de radiación solar. En la fase final del proceso se determinaron las posibles zonas dotadas de circuitos independientes que constituyen el sistema final de iluminación conjugada de luz artificial como apoyo de la luz natural.

En la zona de automatización se situaron los puestos de trabajo en los que las ganancias de luz natural pueden garantizar el desempeño de las labores propias de una oficina con niveles superiores a los 500 luxes en la mayor parte del día durante todo el año. Esta zona es la que genera el mayor beneficio energético como consecuencia de la iluminación conjugada. En cambio, en la zona intermedia de posible automatización, los niveles de iluminación natural oscilan a lo largo del día entre 200 y 300 luxes, por lo que un sistema artificial puede estar funcionando al 50% de su capacidad. Por último, en la zona sin automatización, no es necesario conectar los circuitos eléctricos de luminarias al sistema, ya que no se tiene en cuenta los aportes de luz natural proveniente de patios y fachadas. Se recomienda que, en esta zona, estos sistemas operen en función de los horarios de trabajo y cargas de ocupación. El Sistema de Control de Luz (ELS), utilizado en el conjunto, regula la luz artificial en función de la cantidad de luz natural disponible,

garantizando un entorno agradable y generando unos importantes ahorros económicos, ya que el excedente de luz se regula automáticamente. El sistema permite ajustar cada luminaria de manera individual, de forma que se adapte a las necesidades del usuario, siendo un sistema de control “suave” que no produce cambios bruscos perceptibles.

### CONDUCTOS DE SOL

El empleo de estos elementos se considera un guiño energético y una posibilidad de vincular el interior del edificio con el exterior. Los conductos de sol son un sistema de iluminación natural que capta la luz solar mediante cúpulas situadas en la cubierta del edificio y la transporta varios metros hacia el interior por un conducto altamente reflectante, lo que permite iluminar espacios oscuros. Una cúpula similar a una clara-boya convencional, situada en una zona bien soleada durante el mayor tiempo del día, es el elemento que remata el conducto en cubierta. Bajo esta cúpula se sitúa una celosía reflectante que desvía los rayos de

22

Dos imágenes de los patios interiores.

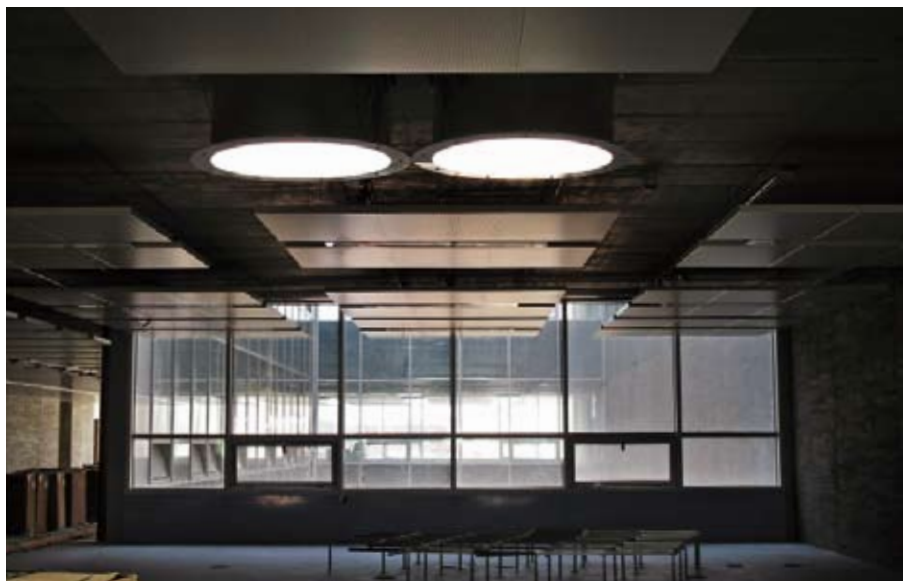




sol hacia el interior del conducto, mejorando el rendimiento durante las primeras horas de la mañana, las últimas de la tarde y durante los meses de invierno. La celosía está formada por una única pieza de alta reflectancia, orientada hacia el sur. En el interior se coloca un marco que sujeta un difusor a través del cual sale la luz del conducto.

### PANELES FOTOVOLTAICOS

La meta de proyecto era conseguir una producción de 302,9 kWp para la venta a la compañía eléctrica. Para obtener dicha potencia han necesitado tres instalaciones independientes, de 100,9 kWp por instalación. Cada uno de esos tres sistemas está formado por 374 paneles fotovoltaicos de 270 Wp, dividiéndose el sistema en tres inversores. A cada inversor están conectadas 22 cadenas, y cada cadena está formada por 17 módulos colocados en serie. La tensión máxima de circuito abierto de este sistema es, aproximadamente, de 442 Vcc a pleno sol con una temperatura ambiente de -10° C. Cada uno de los inversores toma la energía, en corriente continua, que proviene de los módulos solares y la transforma en corriente alterna que se inyecta en la red de distribución pública pasando antes por un contador de energía. El inversor monitoriza en todo momento la red, inyectando la corriente alterna a



la misma frecuencia y tensión de la red de distribución. La instalación tiene un total de 100,9 kWp de potencia fotovoltaica. La potencia nominal CA de los inversores de la instalación es de 32 kWp. Hay que tener presente que la potencia nominal es siempre menor que la fotovoltaica de pico para mantener el inversor en un punto de eficiencia razonable, incluso en los días de poca radiación de invierno, cuando la potencia que dan los paneles es muy baja.

## FICHA TÉCNICA NUEVAS CONSEJERÍAS EN MÉRIDA

### PROMOTOR

Junta de Extremadura. Consejería de Fomento  
Responsable del proyecto: Esther Gamero Ceballos  
(Arquitecta. Jefa de Servicio)

### PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA

Bruce S. Fairbanks (Arquitecto. Gop Oficina de Proyecto, SA)

### DIRECCIÓN DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Eduardo Montero Fernández de Bobadilla  
(Arquitecto Técnico. Gop Oficina de Proyecto, SA)

### COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD

- En fase de proyecto: Fernando Ródenas Moreno (Arquitecto Técnico. Gop Oficina de Proyecto, SA)
- En fase de ejecución: Eduardo Montero Fernández de Bobadilla (Arquitecto Técnico. Gop Oficina de Proyecto, SA)

**PRESUPUESTO:** 72,78 millones de euros precio de contrata con IVA

### SUPERFICIE DE ACTUACIÓN

- Superficie construida total: 62.976 m<sup>2</sup>
- Superficie útil total: 56.235 m<sup>2</sup>

**FECHA DE INICIO DE LA OBRA:** 2007

**FECHA DE FINALIZACIÓN DE LA OBRA:** Febrero 2012

### EMPRESA CONSTRUCTORA:

Merida III Milenio UTE (Ferroviaria Agroman, SA & Construcciones Mego, SA & Maycoex, SL)

### JEFE DE GRUPO:

José Carlos Díaz Camarero  
(Arquitecto Técnico)

### EMPRESAS COLABORADORAS

**Estudios energéticos previos:**

Schlaich Bergermann und Partner

**Iluminación conjugada (luz natural y artificial):**

J.H. Salazar Trujillo, A.A. García Cardona y A. González Castaño, Arquitectos

**Espacio solar, cañones de luz:** Etap

**Eficiencia energética y calificación previa de los edificios:**

Centro de Investigación Tecnológica (CIDENCO)

**Estudios previos accionamiento de las lamas:**

Centro de Domótica Integral (CEDINT)



Izquierda, cañones de luz que lleva la luz natural a las zonas en las que esta no llega o es escasa. Derecha, campo de paneles fotovoltaicos en cubierta.

En cuanto al sistema domótico, en fase de proyecto se efectuó un estudio del entorno para evaluar las posiciones más adecuadas en las que se deben colocar los sensores de medida de iluminación. Inicialmente se consideró suficiente desplegar una red de sensores equiespaciados en altura para las cuatro fachadas interiores de cada patio. Adicionalmente, se podrá colocar un piranómetro en el exterior para medir el nivel de irradiación externa.

Durante la ejecución de obra se ha desarrollado la solución definitiva, basada en el empleo de sensores cableados. Se ha optado por una solución mixta que incluye dispositivos comerciales conectados a un desarrollo propio compuesto de un mini PC para controlar los sensores en cada patio con una tarjeta de adquisición de datos. Por lo tanto, el diseño propuesto es una solución creada específicamente para este escenario, optimizada para cubrir los objetivos demandados.

La decisión de utilizar una solución cableada en lugar de la solución inalámbrica responde a una cuestión de fiabilidad. Sobre el cable se establece un protocolo de comunicaciones que permita la transmisión de la información de los sensores interiores y exteriores hasta el sistema de adquisición de datos, ubicado localmente en cada patio, que a su vez se comunice con un ordenador central que almacene la información y que permita configurar todo el sistema. El ordenador central guardará la información recogida por los sensores. Se podrá acceder a esta información desde cualquier ordenador con conexión a internet. Esta propuesta incluye un software propio basado en un diseño optimizado que actuará remotamente sobre los motores de las lamas de la cubierta para modificar su posición. El conjunto construido es de una alta eficiencia ener-

Hasta  
**4 sótanos de aparcamiento**  
en su edificio a rehabilitar  
**sin necesidad de derribo.**



**Informe sobre rentabilidad y  
viabilidad sin compromiso.**



**SOTANO4**

rehabilitación  
de edificios  
para edificios ya  
existentes

**Central Gulpízoa**

Camino Marbil 1B

20008 San Sebastián. Gulpízoa

Tel. 076 711 062 / 049 310 613.

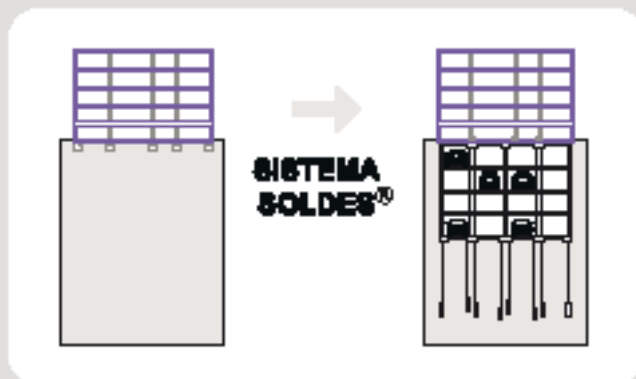
**Delegación Tarragona**

Avenida de Montserrat S. Escal. A, 2º. 2º

43030 Tordesillas. Tarragona

Tel. 080 767 31 / 077 041 666.

**www.sotano4.com**



**Nuestro exclusivo sistema SOLDES permite que  
se pueda rehabilitar su edificio y construir hasta  
4 sótanos de aparcamientos sin necesidad de  
demolición y con total seguridad.**

**Rentabilice su inversión**

**En muchos casos, la venta de algunos de  
las plantas del aparcamiento ha financiado  
la obra hasta en un 85%.**

**Proyectos para toda España**





Derecha, muros de las galerías laterales del intercambiador. Izquierda, armado de la losa alveolar.



gética y, aunque las estrategias y sistemas empleados son conocidos, hay pocas instalaciones de semejante tamaño en España que logren un consumo menor.

#### PRECISIÓN BAJO TIERRA

Determinante en la construcción de este edificio ha sido la estructura, constituida por unos núcleos conformados por pantallas que se ejecutarán con un encofrado trepante y unas losas alveolares ejecutadas in situ. La estructura en sótanos y edificio bajo rasante es tradicional, formada por losas macizas apoyadas sobre pilares, que desaparecerán a partir de la planta baja. Además de las dificultades que genera tener que hacer un vaciado en un macizo rocoso granítico bastante meteorizado con existencia de agua, que circulaba en determinadas zonas a través de vetas en la roca, una de las actuaciones que exigió mas precisión en el replanteo fue la colocación de los contra tubos que iban situados en los alzados de los muros y que, posteriormente, permitirían colocar los tubos que formaban el circuito del intercambiador.

Los muros de sótano en las áreas que no quedaban en las zonas de acceso al público se utilizaron como muros de prueba para definir la textura exacta que se pretendía obtener en el hormigón visto sobre rasante. Para la ejecución de las pantallas se empleó un encofrado trepante que se desplaza verticalmente. La diferencia de este encofrado con los deslizantes es que el hormigonado no es continuo, elevándose, en nuestro caso, cada nivel de encofrado con ayuda de la grúa.

Uno de los temas a tener presente es que el sistema no permite el uso de berenjenos y cantoneras para la formación de esquinas y uniones de muros y losas, obligando a realizar encofrados con un grado de estanquidad elevado. Esto se consigue con juntas de neopreno y sellados con masillas neutras de secado rápido. Para mejorar la calidad superficial del hormigón se empleó un vibrador dotado de un dispositivo de sujeción por vacío, que permitía su fijación a la pared exterior del encofrado, y que se iba desplazando en función de la posición del hormigón en el interior del molde actuando sobre un espesor de 3-4 cm. El vibrador superficial obtiene, de forma más eficiente, lo que se intenta realizar golpeando el encofrado con un martillo de goma o colocando la aguja de un vibrador interno en la pared exterior del encofrado. Por otro lado, dado que el curado es una actividad crítica para lograr un hormigón de calidad y, dado que el clima de Mérida se considera desfavorable a estos efectos, se intentó que la consola estuviera dotada de un sistema de aspersores para efectuar el curado mediante agua nebulizada, pero se comprobó que el sistema mojaba la ferralla y acababa manchando el hormigón. Así, el curado se llevó a cabo de forma tradicional mediante riego con manguera que, con un cierto cuidado, no manchaba la superficie del hormigón y, si lo hacía, posteriormente se podía limpiar con facilidad.

Para lograr un hormigón visto se requiere que en el proyecto se definan las especificaciones del hormigón



y en obra se planifique su ejecución. La textura del hormigón visto se obtuvo en los muros a dos caras de las Consejerías mediante el uso de tablillas. Para que ninguna de las ideas que se tenían en proyecto quedara insuficientemente definida en la obra, se detallaron de forma clara y completa las especificaciones arquitectónicas que eran determinantes para lograr la imagen global que se pretendía obtener.

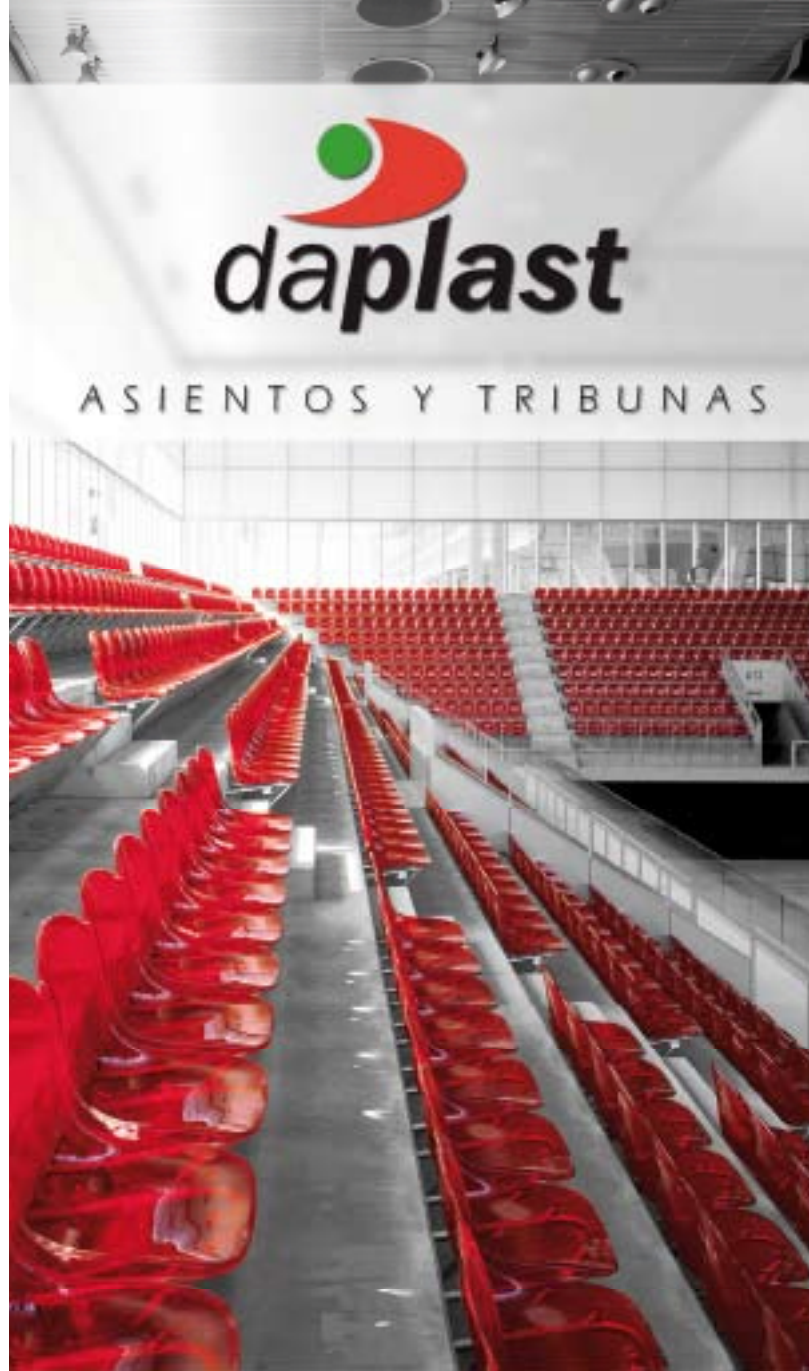
En este caso, el forjado alveolar se eligió porque permite obtener un techo plano que facilita la posterior colocación de canalizaciones y conductos de instalaciones y así salvar luces entre apoyos que superan los 8 m o sobrepasar sobrecargas de cálculo de más de 500 kg/m<sup>2</sup>. Este forjado se construye con métodos tradicionales y con los medios auxiliares habituales en la construcción.

#### LOSAS ALVEOLARES

Se eligió el proceso de ejecución de losas hormigonadas en fases, el más adecuado para nuestro caso. El sistema de apeo utilizado fue uno de los que, habitualmente, se encuentran en el mercado. No obstante, como regla general, cuando el nivel del forjado se encuentre a menos de 3,50 m sobre el nivel de apoyo del apeo se debe realizar mediante puntales (metálicos) y, en los casos en que el nivel del forjado se encuentre a alturas mayores, el sistema de apeo a emplear será el de estructura metálica modular arriostrada, con módulos de andamio (pórticos) comercializados por los fabricantes de este tipo de sistemas.

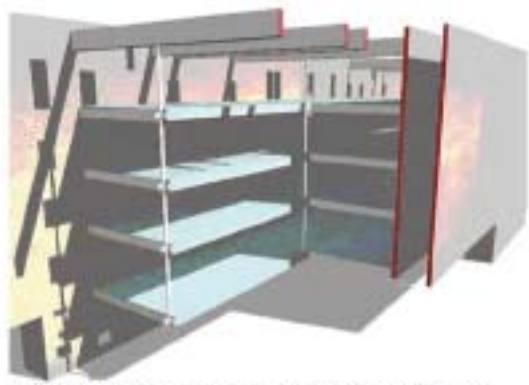


Instalación de aire acondicionado bajo falso suelo. Zona de despachos.



CTRA. PALMA DEL RÍO Km 9  
14005 CORDOBA - SPAIN  
34 957 329 448  
34 957 329 449

[www.daplast.com](http://www.daplast.com)



Axonometría seccionada de módulo de consejería.

Apuntalamiento de la zona del edificio en vuelo.



Aplicación de tratamiento hidrofugante en fachada.

La consistencia a emplear fue fluida, igual que en el caso de las pantallas. En este caso, y dado su escaso espesor, la compactación se efectuaba con regla vibrante, y se daba por terminada cuando se observaba en la superficie un cierto brillo y que había dejado de salir aire. Dado que el vertido del hormigón era continuo (se realizaban módulos completos) no fue necesario efectuar juntas de trabajo o de hormigonado. No obstante, si por alguna razón el proceso de vertido se interrumpía durante un tiempo significativo, antes de reanudar el hormigonado se aplicaba agua a presión en la junta para eliminar el polvo y la suciedad, restregándose la superficie con un cepillo de cerdas

metálicas. Una vez finalizadas estas operaciones, y con la junta húmeda, se vertía una lechada rica en cemento, continuando luego con el hormigonado. Las juntas de hormigonado se realizaron en las zonas en que los esfuerzos eran menores, que en el caso de los forjados es como mínimo  $1/5$  de la luz entre apoyos, normalmente más allá de la sección en que acaban los negativos. Se evitaron acumulaciones excesivas de hormigón antes de ser distribuidos y no se permitió el uso del vibrador para distribuir los cúmulos.

El espesor de la losa inferior se controló, escantillando con un clavo, para evitar que la sección total supere la prevista en proyecto. En las zonas en las que se colocó el aligeramiento se alisaba el hormigón, dejando en las bandas correspondientes a los nervios la rugosidad natural. La única precaución tomada durante este proceso fue el intentar evitar que el aligeramiento se rompiera dado que, además de generar residuos, que se deben limpiar antes de efectuar el siguiente hormigonado, aumenta el peso del conjunto. A la hora de colocar la armadura de la losa superior se tuvo en cuenta que si la losa de compresión era superior a 5 cm, había que disponer los separadores adecuados para proporcionar la altura necesaria a la armadura de negativos y el mallazo. Dado el poco peso del aligeramiento, existía la posibilidad de que el hormigón se introdujera por debajo del mallazo y llegara a levantarlo hasta 30 cm. Para evitar ese fenómeno, la armadura superior debe estar montada antes de hormigonar, pues así queda el aligeramiento atrapado impidiendo su movimiento.

Para efectuar el desapuntalamiento de las losas voladas, se contó con la colaboración de una empresa



especializada, que realizó el trabajo con un equipo de gatos hidráulicos. Dada la dispersión de las cargas que actuaban en cada pilar, fue muy importante aplicar la carga exacta en cada punto para evitar daños en la estructura. A los pilares metálicos que apean los muros, se les colocó sobre la parte superior de la unión de estas unas ménsulas resistentes equivalentes a la presión que tenían aguantar los gatos para poder despegar el pilar y poder quitar los chapones que unían este para, de esta manera y una vez retirados los chapones, quitar tensión a los muros y comprobar la flecha que adquieren los muros una vez quedan en carga.

En la zona de patios, las losas van colgadas de tirantes, fijados a las vigas metálicas de cubierta, al no poder apoyar en uno de los núcleos. Una vez "enhebrado" el tirante, que se introduce cuando se han realizado los forjados y montado la viga cajón metálica, se montan las cartelas de refuerzo, se lleva a cabo el armado de ferralla en las vigas de borde y se hormigonan. El proceso de desapuntalado de estos comienza por quitar los puntales del último forjado para, así, comenzar a poner en carga la viga y quitar peso al cimbrado provisional de los forjados. Todo el proceso se verifica comprobando las flechas que van adquiriendo los distintos forjados.

#### SOLUCIONES MODULARES

La racionalidad de la estructura ha facilitado el uso de soluciones modulares, por lo que los sistemas y elementos empleados se ejecutaron o instalaron con relativa facilidad. Una vez efectuado y aprobado un prototipo, la ejecución del resto era repetitiva.

La fachada ejecutada es una fachada ligera sistema *stick* (fachada con montantes y travesaños), que permite corregir con facilidad las eventuales desviaciones de ejecución de la estructura de hormigón y que, como única dificultad de montaje, se puede citar la complejidad del encuentro de la misma con los paños de hormigón que, al tener una textura rugosa, dificultaba su sellado obligando a efectuar un control al 100% de las citadas uniones.

En el caso del hormigón visto, el criterio de los técnicos es determinante para la recepción del producto, por lo que deben tener criterio formado sobre la materia. La perfección en el hormigón ejecutado in situ no se puede lograr.

Lo que sí se puede conseguir es un nivel de acabado global acorde con lo especificado. Hay que tener claro que en cualquier hormigón visto siempre existirán defectos, pero en proporciones razonables que deben estar previamente pactadas con el constructor.



20 de julio de 1969, Neil Armstrong  
Primer hombre que pisa la luna

## Lo sentimos por la competencia, pero sólo uno puede ser el primero



### El primer \* aislamiento multicapa que ha obtenido el marcado CE

\* Primero y por ahora único para los modelos PLUS, C, R y DUE

**Tripomant®** es un innovador aislamiento térmico y acústico multicapa, ultrafino y muy ligero, de fácil instalación. Tiene concedido el DIT N° 487 y es conforme con el CTE. Las pruebas que ha superado **Tripomant®** lo convierten en un material resistente a ambientes salinos, es barrera de vapor, altamente reflectivo, muy duradero: al someterlo a una elevada temperatura y humedad, **Tripomant®** no se degrada.

El aluminio puro utilizado en las capas exteriores le confiere sus altas prestaciones reflectivas.

CONFORME CTE  
MARcado CE y DIT / DITE  
RESISTENTE A AMBIENTES SALINOS  
UNE EN ISO 9227 Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayos de niebla salina.

ENSAYOS DE DURABILIDAD  
ASTM C 1258-94 Standard Test Method for elevated temperature and humidity resistance of vapor retarders for insulation







Amieiro s/nº 154,  
36410 Mus (PONTEVEDRA - ESPAÑA)  
Tlf: +34 906 348 985 Fax: +34 906 348 986  
[www.tripomant.com](http://www.tripomant.com)  
[info@tripomant.com](mailto:info@tripomant.com)